

# Oberflächennahe Geothermie

Thomas Hamacher, Tobias Eder

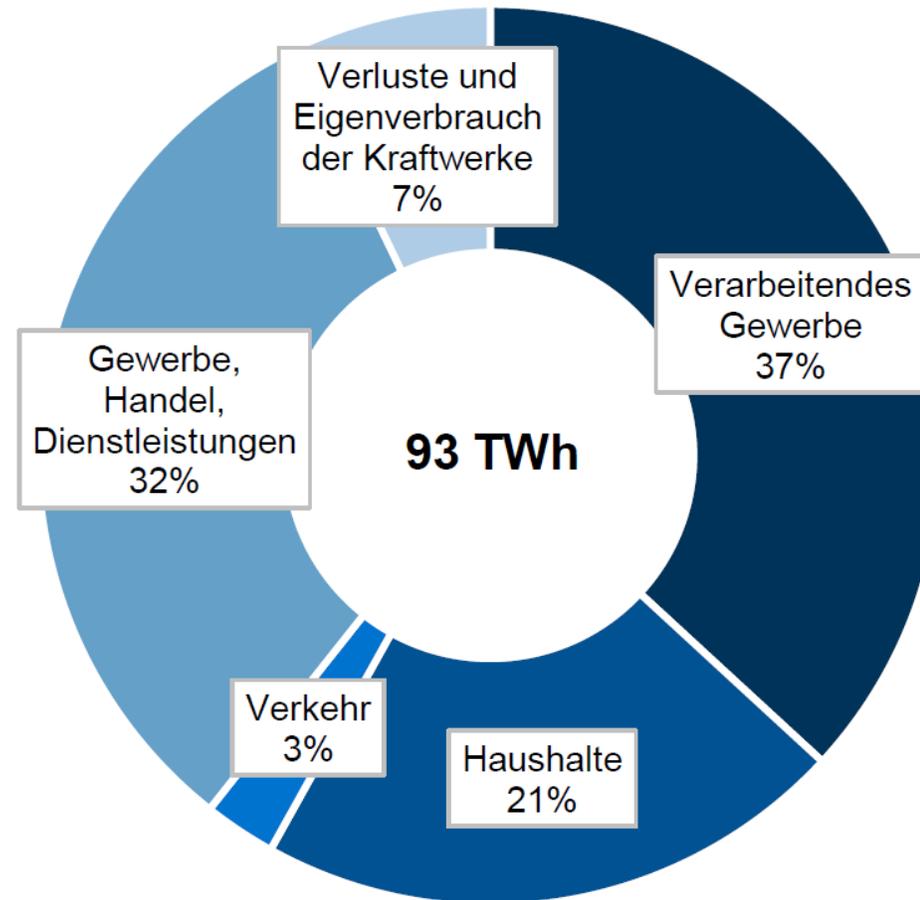
Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme

Technische Universität München

- Gedanken zur Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern: Herausforderungen
- Erweiterung der Perspektive auf alle Endenergiesektoren:  
Verbindung der Sektoren – Wie kann dies geschehen?
- Energetische Raumplanung und die Nutzung der oberflächennahen Geothermie
- Ausblick

# Die Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern

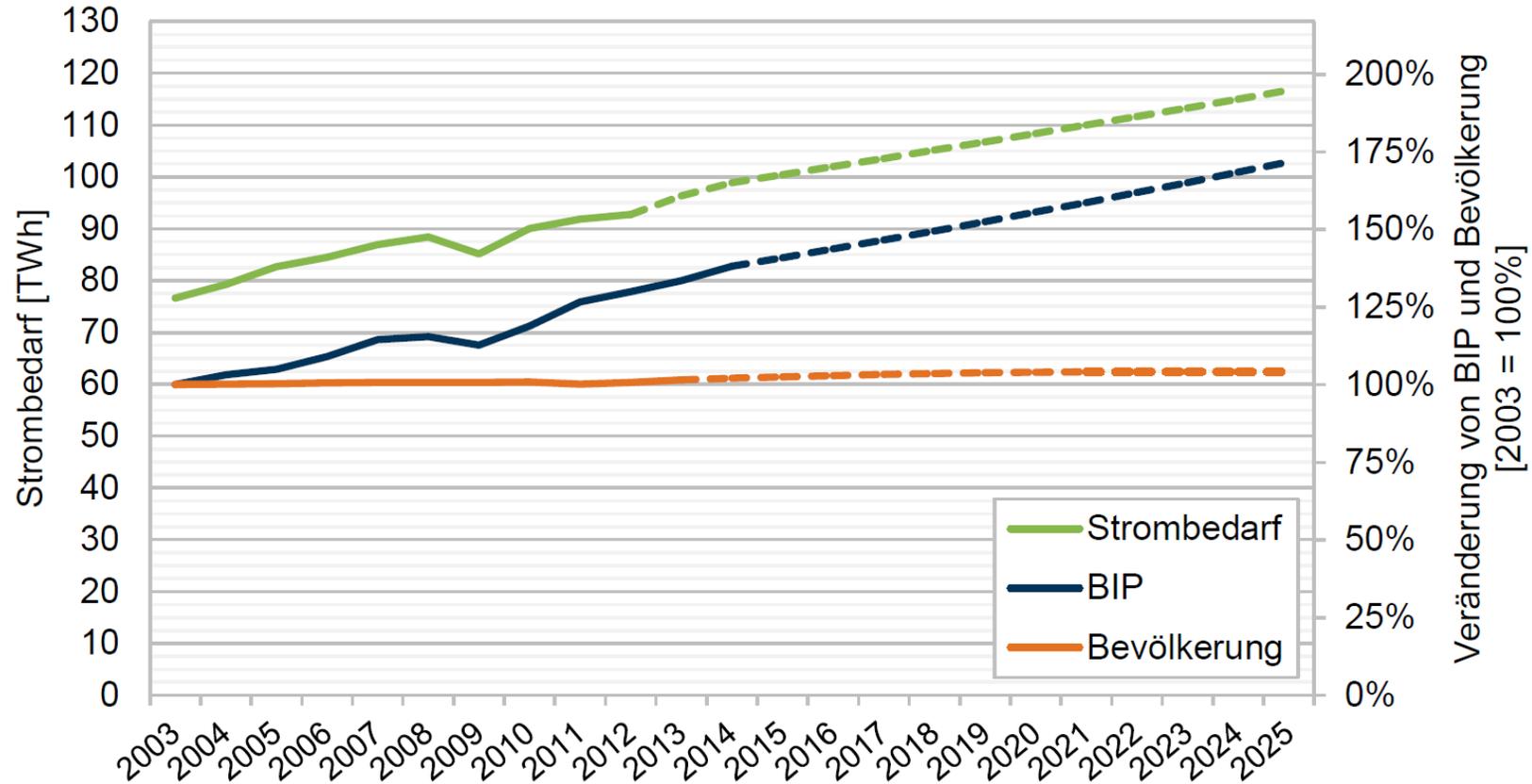
## Die Struktur der elektrischen Energienachfrage



Quelle: T. Hamacher et al., Gesicherte Stromversorgung in Bayern, Eine Studie im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, April 2016

# Die Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern

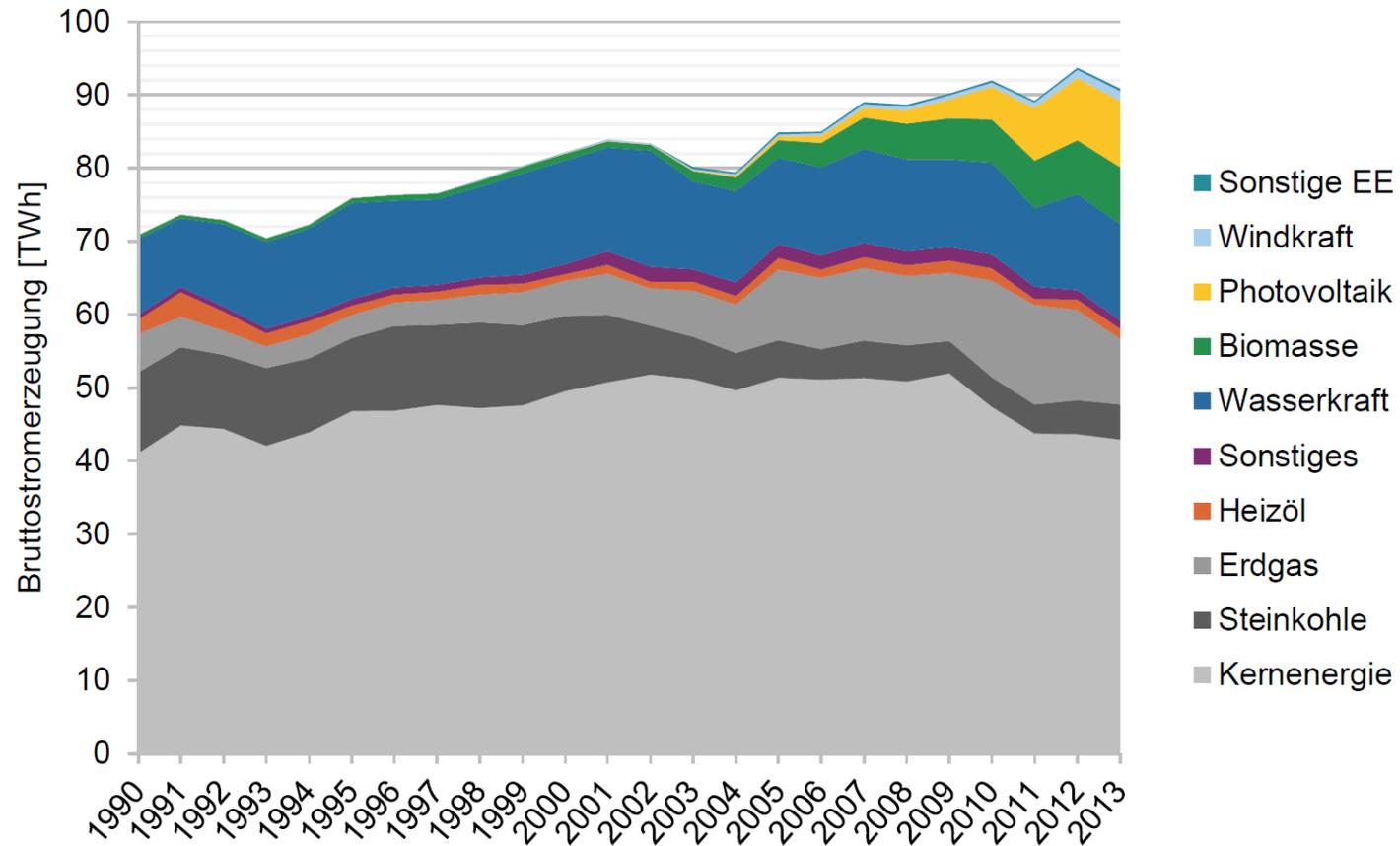
Die zeitliche Entwicklung der elektrischen Energienachfrage



Quelle: T. Hamacher et al., Gesicherte Stromversorgung in Bayern, Eine Studie im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, April 2016

# Die Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern

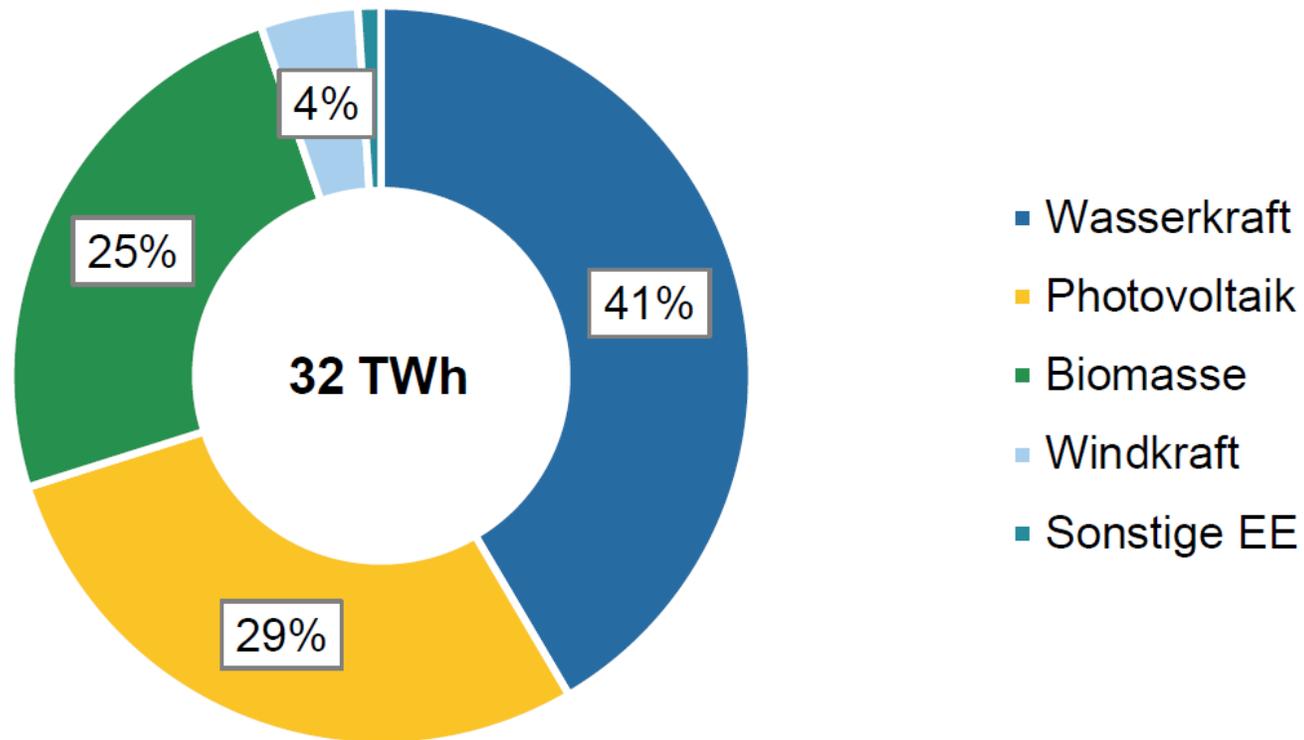
Die zeitliche Entwicklung der elektrischen Energieversorgung



Quelle: T. Hamacher et al., Gesicherte Stromversorgung in Bayern, Eine Studie im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, April 2016

# Die Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern

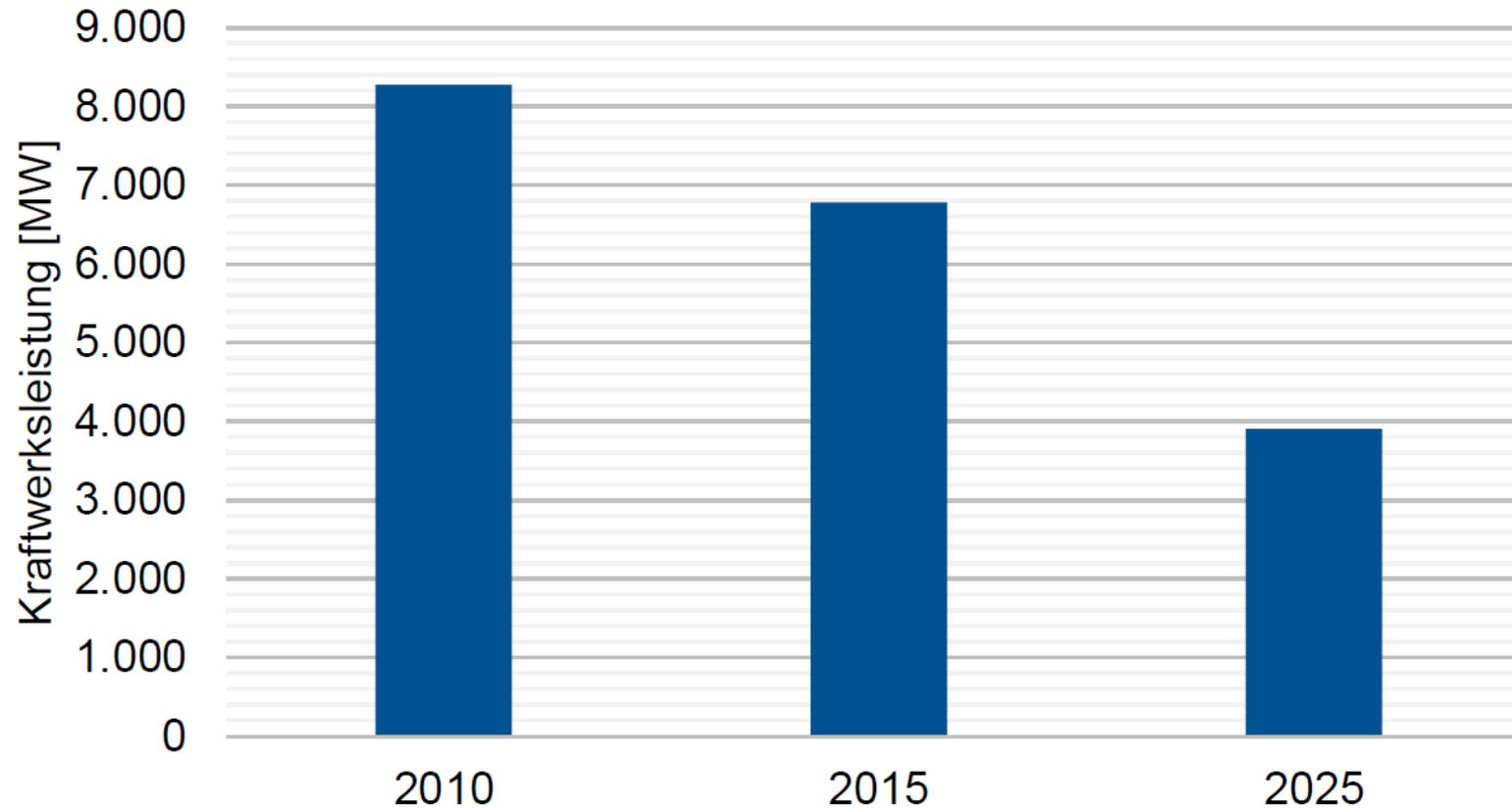
Die erneuerbare elektrische Energieversorgung 2013



Quelle: T. Hamacher et al., Gesicherte Stromversorgung in Bayern, Eine Studie im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, April 2016

# Die Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern

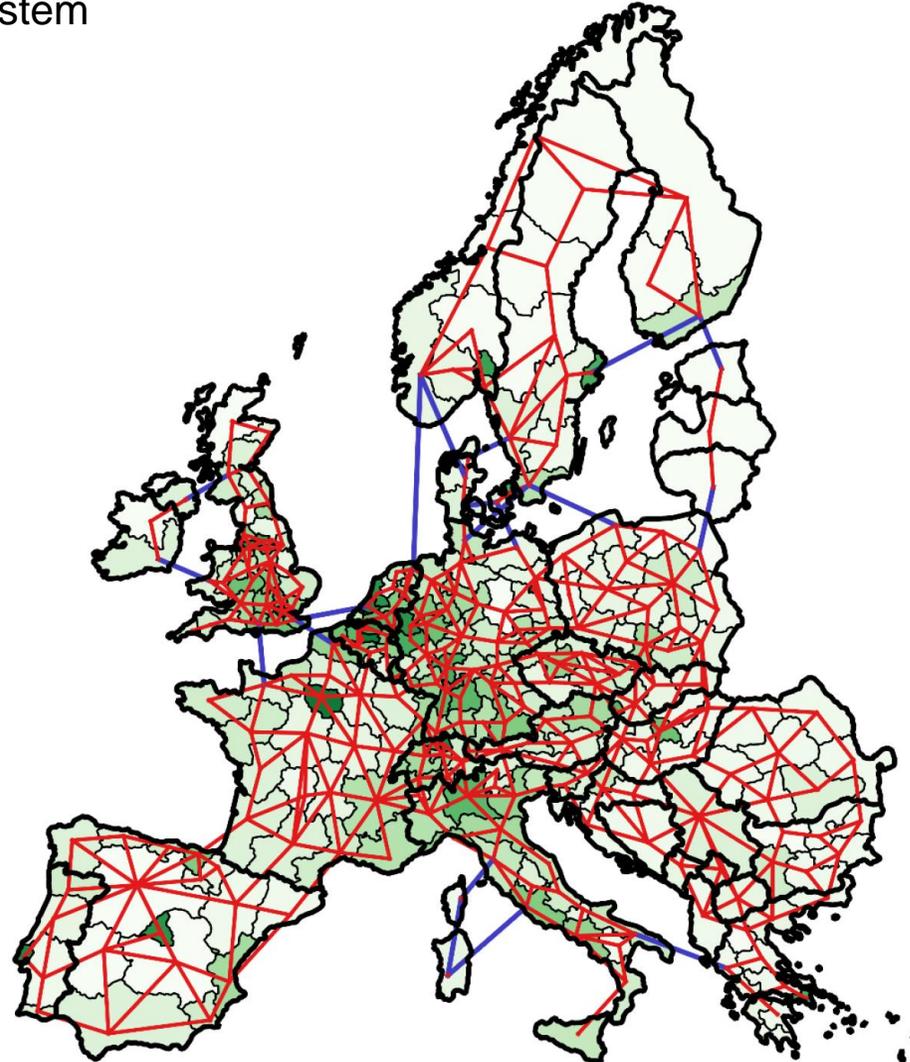
## Die konventionelle Kraftwerksleistung



Quelle: T. Hamacher et al., Gesicherte Stromversorgung in Bayern, Eine Studie im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, April 2016

# Die Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern

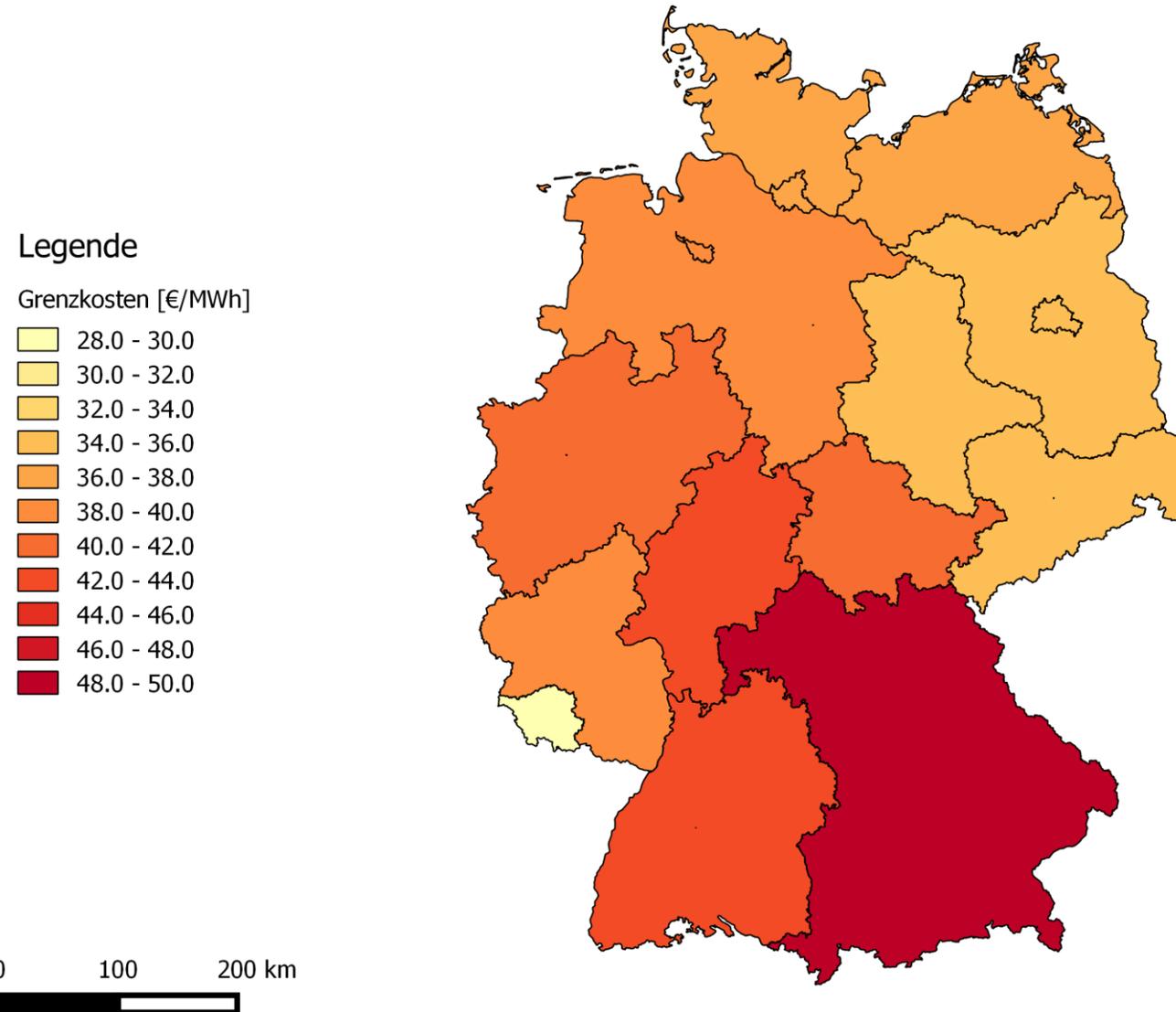
Die Einbettung ins Gesamtsystem



Quelle: T. Hamacher et al., Gesicherte Stromversorgung in Bayern,  
Eine Studie im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien,  
Energie und Technologie, April 2016

# Die Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern

Wie sähe ein bayerischer Strompreis aus, wenn es einen gäbe?



## Inhalt

- Gedanken zur Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern: Herausforderungen
- Erweiterung der Perspektive auf alle Endenergiesektoren:  
Verbindung der Sektoren – Wie kann dies geschehen?
- Energetische Raumplanung und die Nutzung der oberflächennahen Geothermie
- Ausblick

# Anwendungsstatistik der Endenergie für Deutschland

Entwicklung der Nachfrage und des Anteils des Stromes an der Endenergie

Einheiten in TWh/a

	Raum- wärme	Warm- wasser	Prozess- wärme	Kälte	Mechanische Energie	IKT	Beleuchtung
Industrie	63,3	6,6	463,8	10,1	157,8	9,3	10,9
GHD	183,9	20,9	30,2	13,8	59,0	21,8	58,5
HH	462,3	102,9	40,2	29,2	3,4	24,7	12,8
Verkehr	3,6	0,0	0,0	0,7	703,4	2,9	3,6
Summe	713,2	130,4	534,2	53,7	923,6	58,6	85,8

Quelle: AG Energiebilanzen e.V., Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012, Berlin 2013

# Anwendungsstatistik der Endenergie für Deutschland

Entwicklung der Nachfrage und des Anteils des Stromes an der Endenergie

Einheiten in TWh/a

	Raumwärme	Warmwasser	Prozesswärme	Kälte	Mechanische Energie	IKT	Beleuchtung
Industrie	63,3	6,6	463,8	10,1	157,8	9,3	10,9
GHD	183,9	20,9	30,2	13,8	59,0	21,8	58,5
HH	462,3	102,9	40,2	29,2	3,4	24,7	12,8
Verkehr	3,6	0,0	0,0	0,7	703,4	2,9	3,6
Summe	713,2	130,4	534,2	53,7	923,6	58,6	85,8

Reduktion der Nachfrage durch Sanierung

Quelle: AG Energiebilanzen e.V., Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012, Berlin 2013

# Anwendungsstatistik der Endenergie für Deutschland

Entwicklung der Nachfrage und des Anteils des Stromes an der Endenergie

Einheiten in TWh/a

	Raumwärme	Warmwasser	Prozesswärme	Kälte	Mechanische Energie	IKT	Beleuchtung
Industrie	63,3	6,6	463,8	10,1	157,8	9,3	10,9
GHD	183,9	20,9	30,2	13,8	59,0	21,8	58,5
HH	462,3	102,9	40,2	29,2	3,4	24,7	12,8
Verkehr	3,6	0,0	0,0	0,7	703,4	2,9	3,6
Summe	713,2	130,4	534,2	53,7	923,6	58,6	85,8

Reduktion der Nachfrage durch Sanierung + Einsatz von Wärmepumpen und EE-Strom

Quelle: AG Energiebilanzen e.V., Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012, Berlin 2013

# Anwendungsstatistik der Endenergie für Deutschland

Entwicklung der Nachfrage und des Anteils des Stromes an der Endenergie

Einheiten in TWh/a

	Raumwärme	Warmwasser	Prozesswärme	Kälte	Mechanische Energie	IKT	Beleuchtung
Industrie	63,3	6,6	463,8	10,1	157,8	9,3	10,9
GHD	183,9	20,9	30,2	13,8	59,0	21,8	58,5
HH	462,3	102,9	40,2	29,2	3,4	24,7	12,8
Verkehr	3,6	0,0	0,0	0,7	703,4	2,9	3,6
Summe	713,2	130,4	534,2	53,7	923,6	58,6	85,8

Quelle: AG Energiebilanzen e.V., Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012, Berlin 2013

Einsatz von Elektroautos und EE-Strom

## Was bedeutet die „Elektrifizierung der Endenergie“

Ein einfaches Beispiel „Warmwasser“

Laut der Statistik werden pro Jahr 130 TWh Endenergie zur Bereitstellung von Warmwasser benötigt. Auf Bayern umgerechnet bedeutet dies, wenn wir einfach mit der Bevölkerung skalieren etwa 20 TWh. Die könnte mit einer konstanten Leistung von 2,3 GW bereit gestellt werden.

Wollte man dies mit Windenergieanlagen in Bayern erzeugen, dann müssten etwa 2650 Windturbinen mit einer Leistung von 5 MW errichtet werden. Also müssten insgesamt 13300 MW installiert werden.

Im Jahr 2014 erzeugten laut BDEW 1446 MW Windturbinen etwa 1,82 TWh an Wind.



Quelle: Wikipedia

## Inhalt

- Gedanken zur Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern: Herausforderungen
- Erweiterung der Perspektive auf alle Endenergiesektoren:  
Verbindung der Sektoren – Wie kann dies geschehen?
- Energetische Raumplanung und die Nutzung der oberflächennahen Geothermie
- Ausblick

# Energetische Raumplanung

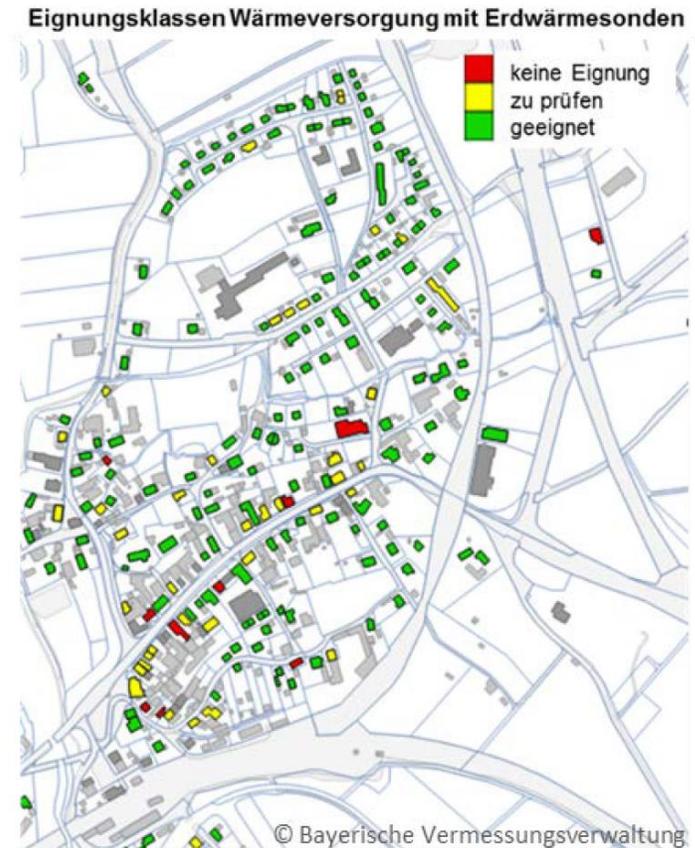
Erdsonden für Wärmepumpen

Die **energetische Raumplanung** muss Informationen über das Energiedargebot:

Solarkataster, Windkarten, Erdwärme, Biomassepotentiale, ...

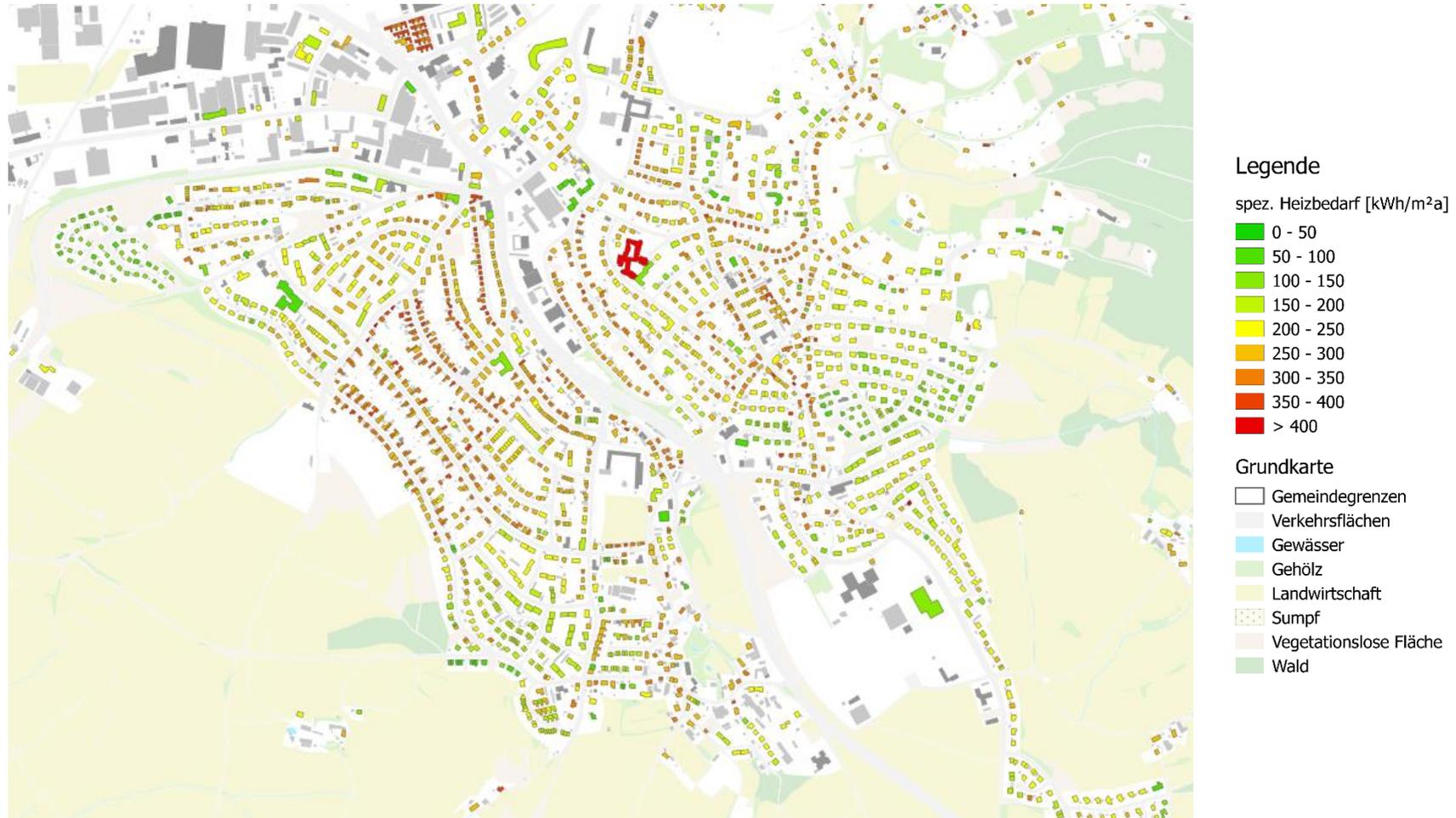
in die Raumplanung insbesondere den **Flächennutzungsplan** einbringen, um sowohl für den einzelnen als auch für die Gemeinden und Unternehmen als solide Planungsgrundlage zu dienen.

Aufgabe für „**Digitalisierung Bayern**“.



# Bestand der Wohngebäude im LKr Kulmbach

## Sanierungskataster

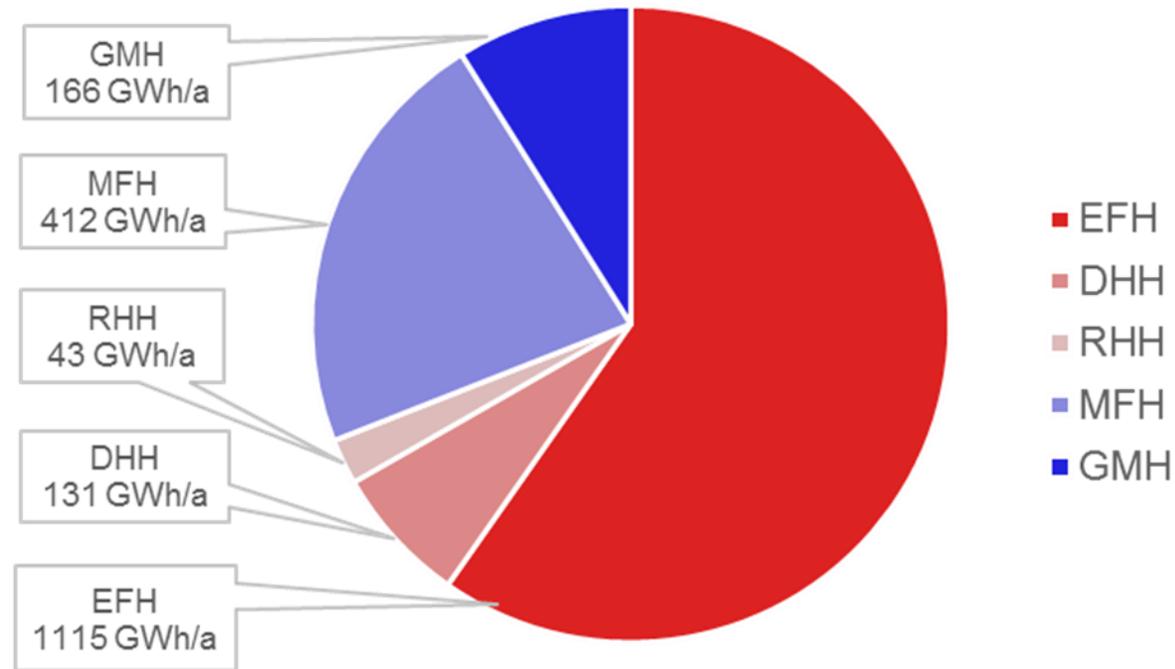


Annahme: Alle Gebäude in Errichtungszustand, keine energetische Sanierung

# Wärmenachfrage Wohngebäudebestand LKr Kulmbach

Wärmenachfrage nach Gebäudetypen

Heizwärmebedarf der Wohngebäude\* des Landkreis Kulmbach nach Gebäudetyp



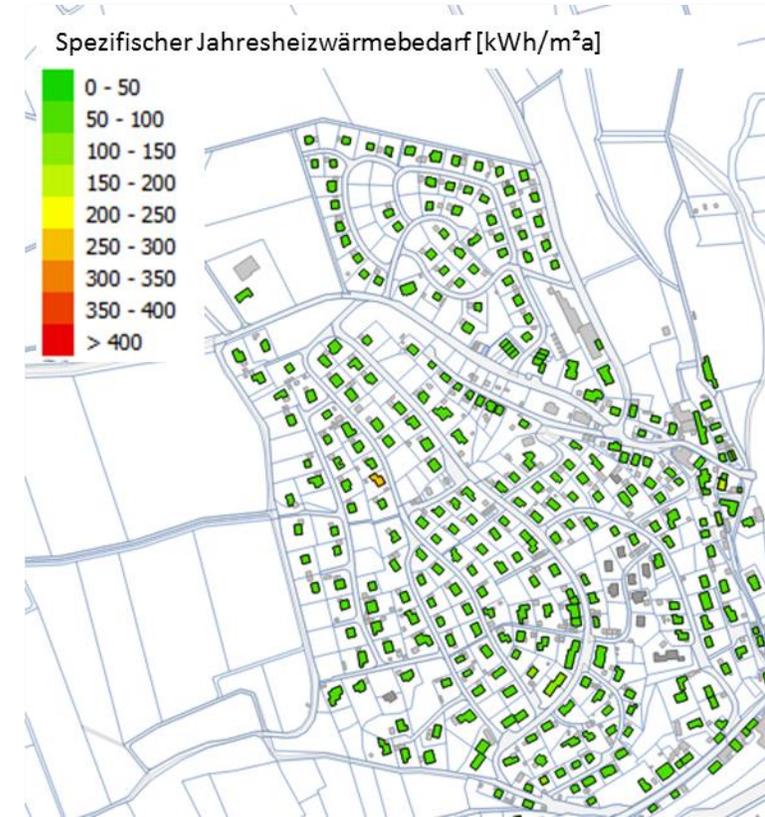
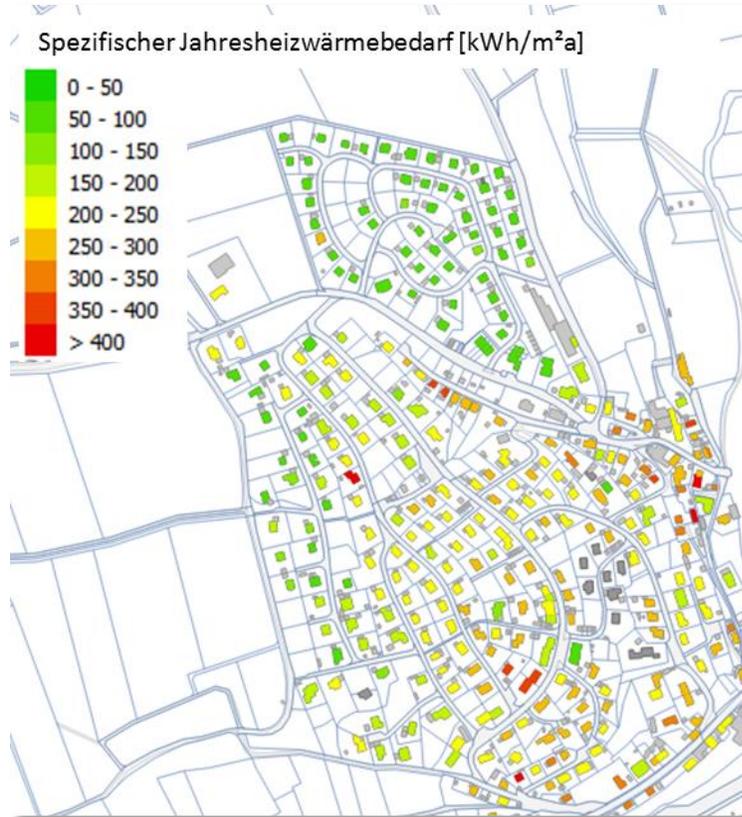
Gesamter Heizbedarf: **1868 GWh/a**

Annahme: Alle Gebäude in Errichtungszustand, keine energetische Sanierung

# Potenzial der energetischen Gebäudesanierung

## Effekte der Sanierung

### Effekte einer Sanierung der Gebäude vom Errichtungszustand auf Standard KfW-100



# Potential der Kollektoren

## Geometrische Analyse



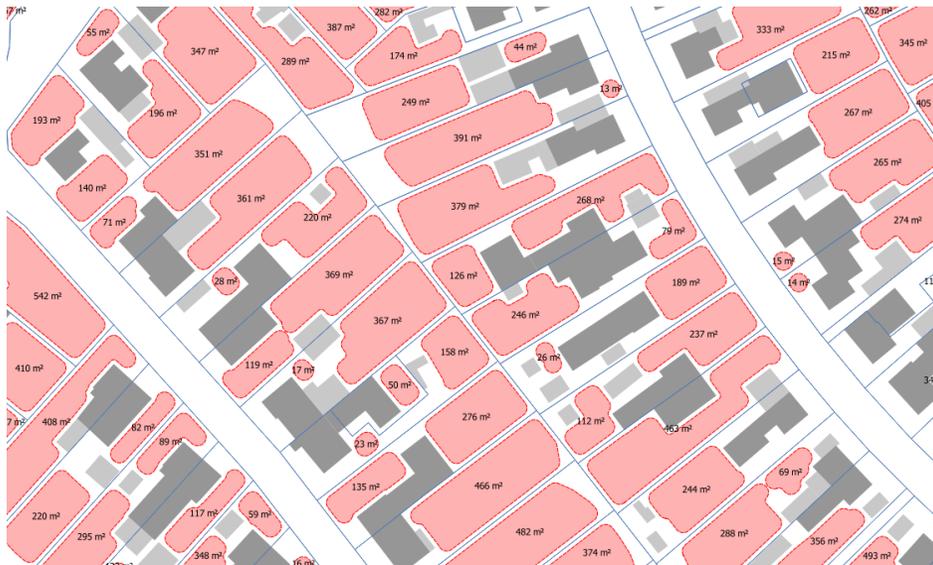
### Geometrische Randbedingungen

Minstdistanz zu Gebäuden: 1,0 m

Maximaldistanz zu Gebäuden: 25,0 m

Minstdistanz Flurstücksgrenze: 1,0 m

Mindestflächeninhalt: 10,0 m<sup>2</sup>



### Ergebnisse

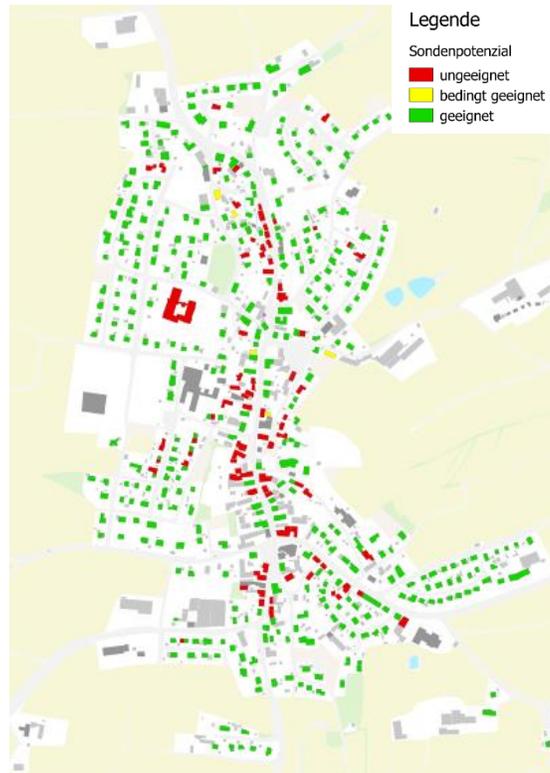
- Theoretisch verfügbare **Kollektorfläche** für jedes Gebäude im Landkreis (hier: größtes Flächenelement gewählt)
- **Wärmeentzugsleistung** und **Wärmemenge**, die über Kollektorfläche pro Jahr entzogen werden kann

# Wärmeversorgungspotenzial mittels Erdwärmekollektoren

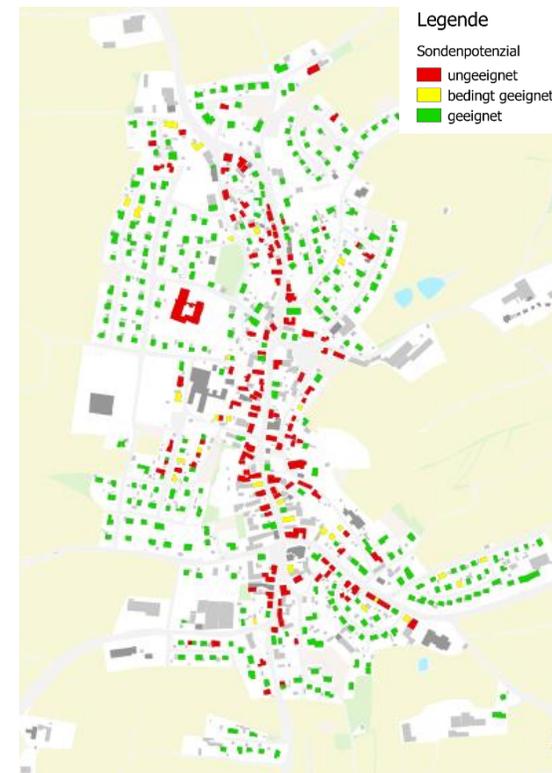
Mit und ohne Sanierung

## Theoretisches Wärmeversorgungspotenzial mittels Erdwärmekollektoren und der Einfluss energetischer Sanierungsmaßnahmen

Basis: Errichtungszustand Gebäude

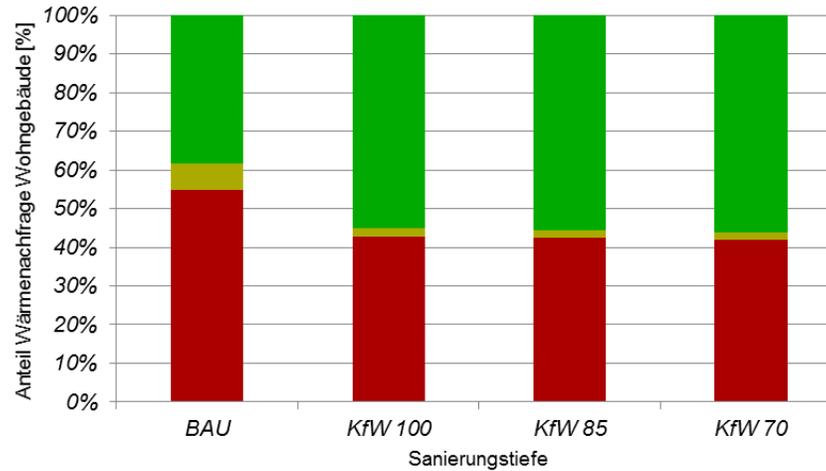


Basis: Sanierung auf KfW-70



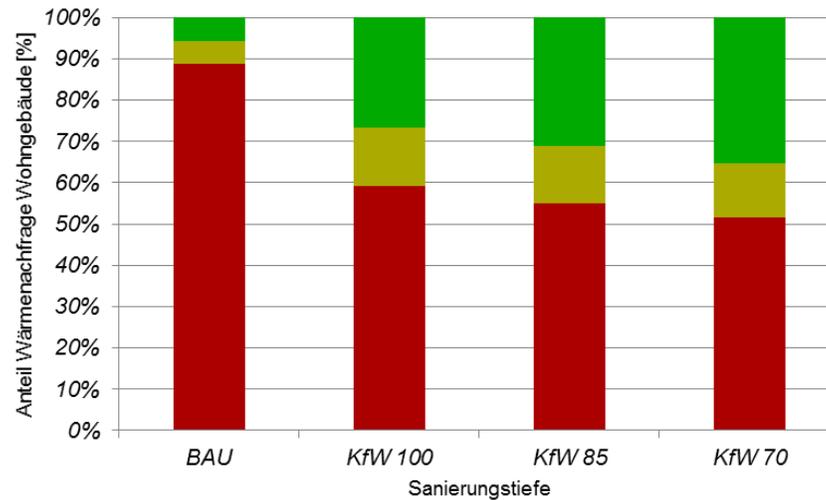
# Wärmeversorgungspotenzial

## Sonden und Kollektoren



Wärmeversorgungspotenzial für Wohngebäudebestand mit Erdwärmesonden im LKr Kulmbach nach Sanierungsstand

- potenziell geeignet
- bedingt geeignet
- ungeeignet



Wärmeversorgungspotenzial für Wohngebäudebestand mit Erdwärmekollektoren im LKr Kulmbach nach Sanierungsstand

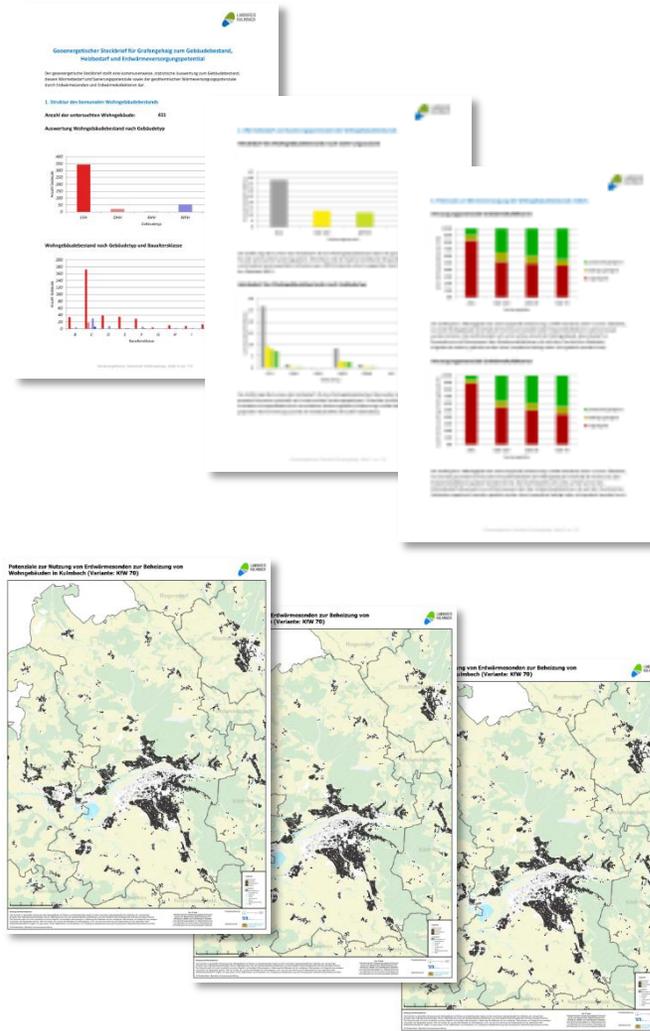
- potenziell geeignet
- bedingt geeignet
- ungeeignet

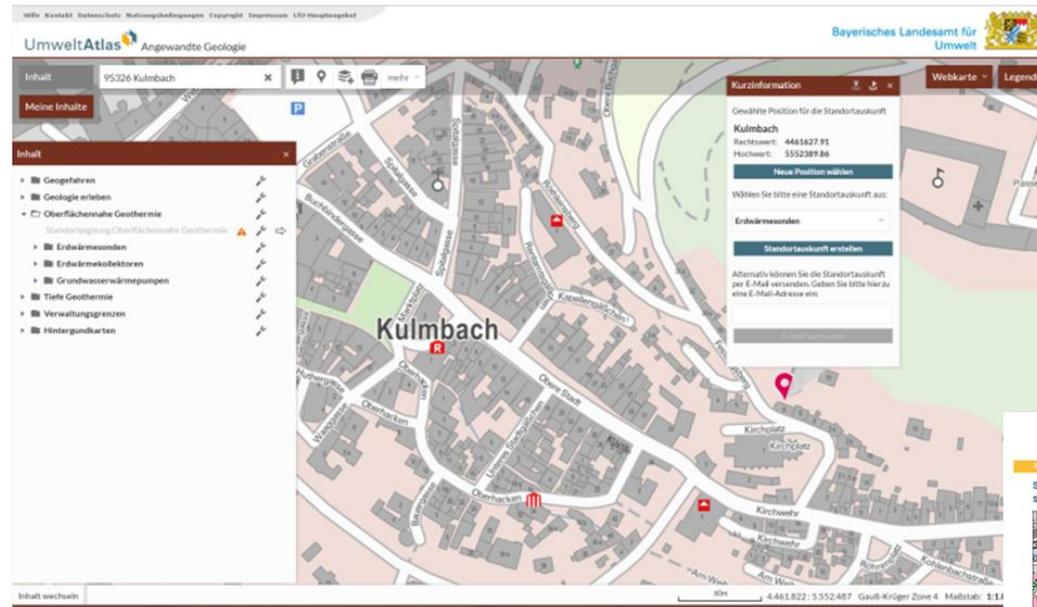
# „Geoenergetischer Steckbrief für Kommunen

Die neue Raumplanung

Im Steckbrief enthalten:

- Übersicht zu **Wärmenachfrage** und **Sanierungspotenzialen**
- Übersicht zu **Versorgungspotenzialen durch EWS und EWK**
- Karten des **Wärme- und Sanierungskatasters**
- Karten des **Potenzialkaster Oberflächennahe Geothermie**





Die Projektergebnisse für den LKr Kulmbach werden in der web-basierten Standortauskunft des Landesamtes für Umwelt veröffentlicht.



## Inhalt

- Gedanken zur Entwicklung der elektrischen Energieversorgung in Bayern: Herausforderungen
  - Erweiterung der Perspektive auf alle Endenergiesektoren:  
Verbindung der Sektoren – Wie kann dies geschehen?
  - Energetische Raumplanung und die Nutzung der oberflächennahen Geothermie
- Ausblick

Ein kurzes Schlusswort

Die Abschaltung der Kernkraftwerke wird Bayern erstmal zu einem Stromimporteuer machen, dabei darf man mit einer steigenden Energienachfrage rechnen, wenn die bayerische Wirtschaftsentwicklung weiterhin positiv ist.

Da die meisten erneuerbaren Energien Strom produzieren und elektrische Anwendungen oft effizienter sind als Alternativen, werden noch mehr Bereiche in Zukunft durch Strom betrieben.

Energetische Raumplanung ist notwendig, um die optimale Verbindung von erneuerbaren Energien und neuen effizienteren Anwendungstechniken wie Wärmepumpen zu gewährleisten.

Die Digitalisierung Bayern sollte sich dieses Thema zentral annehmen.